Silver

It is not considered necessary to specify a maximum acceptable concentration for silver in drinking water. Ingestion of excessive quantities of silver may result in argyria, a condition characterized by a blue-grey discoloration of the skin, eyes, and mucous membranes. The exact quantity of silver required to produce argyria is unknown, but it is believed to be in the order of 1000 mg. Drinking water contributes negligibly to a person's intake of silver; also, the data available on levels of silver in food and water indicate that the combined intake of silver from these sources is below levels at which adverse health effects would occur.

General

Silver, a white, lustrous, malleable metal, has the highest known electrical and thermal conductivities of all metals. Silver occurs in nature in elemental form and in ores such as argentite (Ag_2S), horn silver (AgCl), proustite (Ag_3AsS_3), and pyrargyrite (Ag_3SbS_3). In the Earth's crust, it is generally found at concentrations of the order of 0.1 mg/kg.[1,2]

Silver is commonly associated with lead and zinc sulphide ores. In Canada, most silver (about 70 percent) is produced as a by-product of base-metal production, and about 30 percent is obtained from silver ores; a small amount may also be refined from gold ores. In 1983, total production in Canada was about 1106 tonnes. Canadian consumption was about 180 tonnes, and the remainder was exported (the United States was by far the largest customer) either as the refined metal or as silver-ore concentrate.[3]

Silver is used in brazing alloys and solders, in electrical and electronic applications, such as storage batteries and electroplating, and in the manufacture of fungicides, photographic films, silverware, and jewellery. Silver is used most extensively in the photographic industry. In Canada, photography and coin production are the major uses of silver.[3]

Occurrence

Silver occurs in soils as a result of geochemical processes at concentrations ranging from less than 0.01 to 5 mg/kg, with an average concentration of 0.1 mg/kg.[2] In New Brunswick, however, "normal" soils contain 1.6 mg/kg in the surface horizons.[4]

Little information is available on the levels of silver in food. A paper published in 1940 suggested that the occurrence of silver in prepared foods is usually the result of contact with silver utensils.[5]* Unusually high concentrations, several hundred milligrams per kilogram, have been recorded in mushrooms; wheat flour and bran are reported to contain 0.4 and 1.0 mg/kg dry weight, respectively; molluscs 0.1 to 10 mg/kg dry weight; and meat (beef, pork, mutton, and lamb) 0.004 to 0.024 mg/kg wet weight.[6]

Many silver salts, such as the chloride, sulphide, phosphate, carbonate, and arsenate, are sparingly soluble (pK_{sp} 10 to 50); as a result, dissolved silver concentrations in natural waters are very low. A recent study has suggested that the dissolved silver found in river water comprises silver species complexed by chloride and unidentified constituents (perhaps dissolved humic matter) that strongly bind silver.[7] Measurements of silver in Canadian surface waters (measured at NAQUADAT stations) indicated that the silver concentrations in 90 percent of the water samples were below detection limits (which ranged from 0.004 to 0.01 mg/L), and none was greater than 0.01 mg/L.[8] Measurements at seven points along the length of the Ottawa River, Ontario, found concentrations of silver that ranged between 0.00001 and 0.00006 mg/L.[9] Similar results have been reported for U.S. surface waters. In one survey of 1577 surface waters, only 6.6 percent of the samples had detectable quantities of silver (>0.0001 mg/L); the mean concentration of silver in these samples was 0.0026 mg/L.[10]

In a survey of Canadian tap water, silver was found in only 0.1 percent of 239 sampled waters; the detection limit for silver in this study, which used neutron activation analysis, was 0.000001 to 0.000005 mg/L.[11] In one U.S. study, 23 percent of 969 drinking water supplies had detectable levels of silver (>0.0001 mg/L);

* It is hard to believe that, even in 1940, much food was prepared using silver or silver-plated utensils.

of these samples, the average concentration was 0.0008 mg/L, and the highest concentration recorded was 0.026 mg/L.[12] Silver concentrations in excess of 0.05 mg/L may occur when silver is used as an antimicrobial agent in water treatment devices.[13] Silver is used to treat potable water for Swiss ski resorts, German breweries, soft drink bottlers, British ships, Shell Oil Company tankers, drilling rigs, and over half the world's airlines.[6] Concentrations of 0.1 to 0.2 mg/L of silver are sufficient to ensure antimicrobial action.[6]

There are few data concerning levels of silver in the atmosphere. Smith and Carson have noted that the "ambient concentrations of silver found at locations near anthropogenic sources range from 0.00000017 to 0.000007 mg/m^3".[1] The World Health Organization (WHO), however, estimates that "a typical level in urban air would not be expected to exceed 0.00005 mg/m^3".[18]

Canadian Exposure

There is considerable variation in estimates of the amount of silver ingested daily by man. A recent study measured the silver intake (and that of a number of other trace elements) of 84 Canadian women consuming self-selected diets.[14] The silver intake was measured by neutron activation analysis of aliquots from 1-day food composites (which included the drinking water component) collected by the subjects. The distribution of silver concentrations in the composites was non-Gaussian, and the median daily intake was found to be 0.0071 mg. Much higher daily intakes have been reported: for example, Tipton *et al.* found the average daily intake of silver in the diets of two individuals in the United States (one male, one female) to be 0.035 and 0.04 mg, respectively;[15] Hamilton *et al.* determined that the average daily dietary intake of silver in the United Kingdom was 0.027 ± 0.017 mg;[16] and, in an early (1940) study, Kehoe *et al.* measured an average daily dietary intake of 0.088 ± 0.077 mg.[5] Much lower daily dietary intakes of silver have also been estimated: Clemente *et al.* reported an average silver intake in the typical diets of the population in three Italian cities (measured by neutron activation analysis of composite food samples) of only 0.0004 mg/day.[17] The WHO has commented that "there is inadequate information to provide a precise average dietary intake, but estimated values within the range 0.02 to 0.08 mg/day might be reasonable".[18]

The data concerning levels of silver in drinking water and in ambient air presented in the previous section, coupled with the estimates of dietary intake discussed above, suggest that drinking water would normally contribute a negligible amount to an individual's total daily intake of the element. The exception would be individuals who receive all their drinking water from water treatment devices that employ silver as the antimicrobial agent.

Treatment Technology[19]

Silver is readily removed from water by conventional coagulation and lime-softening techniques. Tests have shown that alum and ferric sulphate coagulation achieve removal in the order of 80 percent in the pH range 6 to 8. Above pH 8, alum removals decrease with increasing pH because of poor alum floc formation under alkaline conditions. Lime softening removes from 75 to 90 percent silver in the pH range 9 to 11.5.

Health Considerations

Essentiality

Silver is a non-essential element and normally occurs in animal and human tissues only in trace amounts (see Table II-14 of reference 1, for examples). Silver, however, slowly accumulates in the body with age.[20]

Uptake and Excretion

Information dealing with the uptake, distribution, and subsequent fate of silver ingested by mammalian species is sparse. The data that do exist, however, indicate that most ingested silver is rapidly excreted and that little is absorbed.

Dequidt *et al.* found that, in rats ingesting colloidal silver over a 12-day period, almost 5 percent of the total dose was absorbed.[21] Furchner *et al.* presumed that, in an experiment involving the oral dosing of radiolabelled silver nitrate in beagle dogs, 10 percent of the dose was absorbed, as only 90 percent was lost very rapidly.[22] In some earlier experiments involving intragastric administration of carrier-free radiolabelled silver to rats, Scott and Hamilton concluded that only 0.1 percent of the single dose was absorbed, because by 4 days after dosing 99.0 and 0.18 percent of the original dose had been eliminated in the faeces and urine, respectively.[23] Furchner *et al.*, however, stated that the findings of Scott and Hamilton indicate about a 4 percent absorption from the gastrointestinal tract.[22]

In a 28-day experiment involving a "normal adult American", the silver content in duplicate samples of all the food eaten daily by the individual and in 24-hour samples of the individual's faeces and urine was analysed.[5] Daily intake of silver was found to be 0.088 mg (standard deviation, ± 0.077 mg; probable error, ± 0.01 mg), and daily excretion of the element in faeces was 0.058 mg (standard deviation, ± 0.035 mg; probable error, ± 0.005 mg). No silver was detected in the individual's urine. Although these data indicate that

some silver in the diet is absorbed by humans (at least by a "normal adult American"), the large standard deviations shown by the data do not permit reliable quantification of the amount absorbed. In another similar study, analyses were made of the diets and excreta (faeces and urine) of one male and one female (husband and wife) for 30 days.[15] Average daily intake of silver was 0.035 mg for the man and 0.040 mg for the woman; the man excreted, on average, 50 percent more silver than he ingested (no explanation of this anomaly was given), whereas the woman retained an average of 16 percent of the silver ingested.

In the face of these conflicting data, the WHO has assumed that approximately 10 percent of silver ingested is absorbed.[18] The absorption of silver from the diet probably varies widely from individual to individual and, indeed, with the type of diet. The primary sites of deposition in the body are the liver, skin, adrenals, lungs, muscle, pancreas, kidney, heart, and spleen.[6]

Health Effects

Very large iatrogenic doses of silver and silver compounds have been associated with a number of severe acute effects in humans, including death.[20] However, there have been no reports of adverse health effects arising from ingestion of silver at levels encountered in the diet.

All the data concerning chronic toxicity of silver compounds in humans have arisen from their use as therapeutic agents. Prolonged or careless administration of silver-containing compounds can in some cases cause accumulation of silver in the tissues, primarily in the skin and mucous membranes. Deposition of large amounts in the subepithelial portions of the skin imparts a characteristic bluish pigmentation, a condition known as argyria.[20] The pigment is partly silver sulphide and partly metallic silver that has been produced by photolytic reduction of the sulphide.[24] In a review of more than 200 cases of argyria, it was stated that there is often a long-delayed appearance of discoloration; no cases resulted from an idiosyncrasy to silver.[20] Considerable variability in predisposition to argyria has been noted, the causes of which are unknown. The quantity of silver causing argyria in man is not precisely known, but Hill and Pillsbury noted that the injection of 1000 mg of silver as silver arsphenamine produced this condition.[20]

There has been a comparatively large number of animal experiments in which the effects of silver compounds in drinking water were investigated. These experiments have recently been described and reviewed by the U.S. Environmental Protection Agency (EPA).[6] The EPA concluded that, for laboratory animals, concentrations of silver ions up to 0.2 mg/L in drinking water caused no deleterious effects when given continuously for up to 11 months. Ill effects appeared at 0.4 mg/L; by 0.5 mg/L, conditioned-reflex activity and immunological activity were reduced.

There are no reports linking ingested silver or silver compounds with carcinogenic effects. Nor have there been any reports of either mutagenic or teratogenic effects.

Conclusion

1. Ingestion of excessive quantities of silver may result in argyria, a condition characterized by a blue-grey discoloration of the skin, eyes, and mucous membranes. There is considerable variability in individual predisposition to argyria, and the exact quantity of silver required to cause this effect is unknown. Argyria has been produced by injection of 1000 mg of silver (as silver arsphenamine) in a single dose, an amount 10 times smaller than the dose of silver (as the nitrate) that produces death.

2. Food is the main source of silver for persons not occupationally exposed to this element. Raw and finished drinking waters in both Canada and the United States have not been found to contain concentrations of silver higher than 0.005 mg/L; the highest levels reported in most drinking waters are 50 times less than this value. Therefore, drinking water contributes a negligible amount to an individual's intake except when silver is used as an antimicrobial agent in water treatment devices. Moreover, daily intake of silver from food and water is considerably below the level at which adverse effects would occur.

3. A maximum acceptable concentration is therefore not specified for silver.

References

1. Smith, I.C. and Carson, B.L. Trace metals in the environment. Vol 2. Silver. Ann Arbor Science Publ., Ann Arbor, MI (1977)

2. Boyle, R.W. Geochemistry of silver and its deposits with notes on geochemical prospecting for the element. Geol. Surv. Can. Bull. 160 (1968), cited in reference 1.

3. Law-West, D. Silver. In: Canadian minerals yearbook 1983-1984 review and outlook. Catalogue No. M38-5/33E, Mineral Resources Branch, Energy, Mines and Resources Canada, Ottawa (1985)

4. Presant, E.W. and Tupper, W.M. Trace elements in some N.B. soils. Can. J. Soil Sci., 45: 305 (1965)

5. Kehoe, R.A., Cholak, J. and Story, R.V. Manganese, lead, tin, aluminum, copper, and silver in normal biological material. J. Nutr., 20: 85 (1940).

6. U.S. Environmental Protection Agency. Ambient water quality criteria: silver. NTIS Document No. PB81-117822, Environmental Criteria and Assessment Office, October (1980)

7. Whitlow, S.I. and Rice, D.L. Silver complexation in river waters of central New York. Water Res., 19: 619 (1985).

8. National Water Quality Data Bank (NAQUADAT). Water Quality Branch, Inland Waters Directorate, Environment Canada, Ottawa (1985).

9. Merritt, W.F. Variation in trace element concentrations along the length of the Ottawa River. Can. J. Earth Sci., 12: 850 (1975).

10. Kopp, J.F. The occurrence of trace elements in water. In: Proc. 3rd Annu. Conf. on Trace Elements in Environmental Health. p. 59 (1969).

11. Neri, L.C. *et al.* Health aspects of hard and soft waters. J. Am. Water Works Assoc., 67: 403 (1975), cited in reference 6.

12. Craun, G.F. and McCabe, L.L. Problems associated with metals in drinking water. J. Am. Water Works Assoc., 67: 593 (1975).

13. Smith, D.K., Thomas, G.H., Christison, J. and Chatfield, E. Survey and test protocols for point-of-use water purifiers. Publ. 77-EHD-8, Department of National Health and Welfare, Ottawa (1977).

14. Gibson, R.S. and Scythes, C.A. Chromium, selenium, and other trace element intake of a selected sample of Canadian premenopausal women. Biol. Trace Elem. Res., 6: 105 (1984).

15. Tipton, I.H. *et al.* Trace elements in diets and excreta. Health Phys., 12: 1683 (1966), cited in references 1, 6.

16. Hamilton, E.I. *et al.* The concentrations and distribution of some stable elements in healthy tissues from the United Kingdom: an environmental study. Sci. Total Environ., 1: 341 (1972/73), cited in reference 6.

17. Clemente, G.F. *et al.* Trace element intake and excretion in the Italian population. J. Radioanal. Chem., 37: 549 (1977), cited in reference 6.

18. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Ch. 15. Geneva (1984).

19. U.S. Environmental Protection Agency. Manual of treatment techniques for meeting the interim primary drinking water regulations. Report No. EPA-600/8-77-005, Cincinnati, OH, May. pp. 32–33 (1977).

20. Hill, W.B. and Pillsbury, D.M. Argyria: the pharmacology of silver. Williams and Wilkins, Baltimore, MD (1939), cited in references 1, 6, 18.

21. Dequidt, M. *et al.* Étude toxicologique expérimentale de quelques dérivés argentiques. I. Localisation et élimination. Bull. Soc. Pharm. Lille, 1: 23 (1974), cited in reference 6.

22. Furchner, J.E. *et al.* Effective retention of silver-110 by dogs after oral administration. In: Annual reports of the Biological and Medical Research Group (H-4) of the Health Division. Report No. LA-3610-MS, Los Alamos Science Laboratories, Berkeley, CA. p. 191 (1966), cited in reference 6.

23. Scott, K.G. and Hamilton, J.G. The metabolism of silver in the rat with radiosilver used as indicator. Univ. Calif. Publ. Pharmacol., 2: 241 (1950). (Chem. Abstr., 45: 30751 [1950].)

24. Goodman, L.S. and Gilman, A. The pharmacological basis of therapeutics. 5th edition. MacMillan Publ. Co., New York, NY (1975).

L'argent

Il ne semble pas utile de fixer une concentration maximale acceptable pour l'argent contenu dans l'eau potable. L'ingestion de quantités excessives de cet élément peut causer de l'argyrie, une coloration bleue ou grise de la peau, des yeux et des muqueuses. On ne connaît pas avec précision la quantité d'argent nécessaire pour provoquer cet état, mais on croit qu'elle serait de l'ordre de 1 000 mg. L'eau potable contribue de façon négligeable à l'apport alimentaire d'argent ingérée par l'individu; de plus, les données disponibles concernant les concentrations de ce métal dans les aliments et l'eau indiquent que l'apport total d'argent provenant de ces sources est inférieur aux concentrations susceptibles de nuire à la santé.

Généralités

L'argent, un métal blanc, brillant et malléable, se caractérise par une conductibilité thermique et une conductivité électrique plus élevées que celles de tous les autres métaux. Dans la nature, on trouve de l'argent natif, ou contenu dans des minerais tels que l'argentite (Ag_2S), la cérargyrite (AgCl), la proustite (Ag_3AsS_3) et la pyrargyrite (Ag_3SbS_3). Dans l'écorce terrestre, il existe à des teneurs moyennes d'environ 0,1 mg/kg.[1,2]

L'argent est souvent présent dans les minerais de sulfure de zinc et de plomb. Au Canada, environ 70 pour cent de l'argent est obtenu comme sous-produit de l'affinage des métaux industriels, et environ 30 pour cent est extrait des minerais d'argent; on peut également en récupérer une petite quantité lors de l'affinage de l'or extrait de ses minerais. En 1983, la production totale au Canada a atteint environ 1 106 tonnes. La consommation canadienne d'argent métal a été d'environ 180 tonnes, et le reste a été exporté en très grande partie vers les États-Unis, soit sous forme de métal affiné ou de concentré de minerai d'argent.[3]

On utilise l'argent dans les alliages de brasage et de soudure, dans les dispositifs et applications électriques et électroniques, telles que les accumulateurs et l'électroplastie, et dans la fabrication de fongicides, de pellicules photographiques, d'argenterie et de bijouterie. Il est utilisé très largement dans l'industrie de la photographie. Au Canada, il sert surtout en photographie et pour la frappe de la monnaie.[3]

Présence dans l'environnement

L'argent existe dans le sol à la suite de processus géochimiques, à une teneur moyenne de 0,1 mg/kg, dans une plage de moins de 0,01 à 5 mg/kg.[2] Au Nouveau-Brunswick, cependant, l'horizon A des sols "normaux" contient 1,6 mg d'argent par kilogramme.[4]

On n'a recueilli que peu de données sur les teneurs en argent des aliments. D'après un article publié en 1940, l'argent présent dans les aliments préparés proviendrait habituellement de leur contact avec des couverts en argent.[5]* On a mesuré des concentrations exceptionnellement élevées, soit plusieurs centaines de milligrammes par kilogramme, dans certains champignons; on a établi que la farine de blé et le son contiennent respectivement 0,4 et 1,0 mg d'argent par kilogramme en poids sec; les mollusques en contiennent de 0,1 à 10 mg/kg en poids sec, et la viande (boeuf, porc, mouton et agneau), de 0,004 à 0,024 mg/kg en poids humide.[6]

De nombreux sels d'argent tels que les chlorures, les sulfures, les phosphates, les carbonates et les arséniates sont assez peu solubles (pK_{sp} 10 à 50); il en résulte que les concentrations d'argent dissous dans les eaux naturelles sont très faibles. Selon une étude récente, l'argent dissous dans l'eau des rivières s'y trouve sous forme de complexes du chlorure, et d'autres composants non identifiés (peut-être des matières humiques dissoutes) qui retiennent fortement l'argent.[7] Selon les teneurs en argent des eaux superficielles du Canada, mesurées par les stations de NAQUADAT, on constate que 90 pour cent des échantillons d'eau ont une teneur inférieure aux seuils de détection (qui s'inscrivent dans une plage de 0,004 à 0,01 mg/L), et qu'aucun d'entre eux n'a une teneur supérieure à 0,01 mg/L.[8] D'après les mesures faites en sept lieux des berges ontariennes de la rivière des Outaouais, on note que les teneurs en argent varient de 0,00001 à 0,00006 mg/L.[9] On a obtenu des résultats semblables pour les eaux

* On apprend avec surprise que, même en 1940, beaucoup de nourriture était préparée à l'aide d'ustensiles en argent ou plaqués argent.

superficielles aux États-Unis et, lors d'une étude de 1 577 échantillons, seulement 6,6 pour cent d'entre eux contenaient des quantités détectables d'argent (supérieures à 0,0001 mg/L). La teneur moyenne dans ces échantillons était de 0,0026 mg/L.[10]

Lors d'une étude sur l'eau potable au Canada, on a trouvé de l'argent dans seulement 0,1 pour cent des 239 échantillons prélevés au robinet; le seuil de détection de l'argent par analyse de l'activation neutronique y était de 0,000001 à 0,000005 mg/L.[11] D'après une étude américaine, 23 pour cent des 969 échantillons d'eau potable prélevés dans les réseaux publics de distribution avaient des teneurs détectables (supérieures à 0,0001 mg/L); la teneur moyenne d'argent dans ces échantillons était de 0,0008 mg/L et la plus forte teneur observée atteignait 0,026 mg/L.[12] On peut trouver des concentrations excédant 0,05 mg/L lorsque l'argent est utilisé comme agent antimicrobien dans certaines installations de traitement de l'eau.[13] C'est le cas dans des stations de ski suisses, des brasseries en Allemagne, des entreprises d'embouteillage de boissons gazeuses, des navires britanniques, des bateaux-citernes de la Shell Oil Company, des plates-formes de forage et pour plus de la moitié des compagnies aériennes du monde.[6] Des concentrations de 0,1 à 0,2 mg/L suffisent pour éliminer les microbes.[6]

On n'a recueilli que peu de données sur les teneurs en argent de l'air atmosphérique. Smith et Carson ont remarqué que les "concentrations d'argent dans l'air ambiant auprès des lieux de traitement du métal varient de 0,00000017 à 0,000007 mg/m^3" (traduction libre).[1] Pourtant, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime qu'"une concentration typique dans l'air urbain de devrait pas excéder 0,00005 mg/m^3" (traduction libre).[18]

Exposition des Canadiens

Les évaluations de la quantité d'argent ingérée quotidiennement par l'homme varient considérablement. Lors d'une étude récente, on a mesuré l'apport d'argent (et d'un certain nombre d'autres oligo-éléments) chez 84 Canadiennes consommant une ration alimentaire de leur choix.[14] L'analyse par activation neutronique des parties aliquotes des échantillons composés de la ration d'une journée (y compris l'eau de boisson) recueillis par chaque personne, a permis de mesurer l'apport individuel d'argent dans l'alimentation. On a observé que la répartition des teneurs des échantillons composés n'était pas gaussienne et que l'apport médian quotidien était de 0,0071 mg d'argent. On a relevé des apports quotidiens bien plus élevés: Tipton et coll., par exemple, ont constaté que l'apport quotidien moyen d'argent dans l'alimentation de deux sujets américains (un homme et une femme) était respectivement de 0,035 et de 0,04 mg;[15] d'après Hamilton et coll., l'apport alimentaire quotidien moyen d'argent, chez un habitant du Royaume-Uni, est de 0,027 ± 0,017 mg;[16] enfin, dans le cadre d'une étude antérieure (1940), Kehoe et coll. ont évalué cet apport alimentaire quotidien moyen à0,088 ± 0,077 mg.[5] On a également relevé des apports quotidiens d'argent bien plus faibles dans certaines rations alimentaires: Clemente et coll. on signalé qu'ils avaient mesuré un apport moyen de 0,0004 mg/jour seulement dans la ration alimentaire typique des habitants de trois villes italiennes (quantité déterminée par l'analyse par activation neutronique d'échantillons composés d'aliments).[17] L'OMS a fait remarquer qu'"on ne possède pas l'information nécessaire pour déterminer exactement l'apport moyen quotidien de la ration alimentaire, mais qu'une plage de 0,02 à 0,08 mg/jour paraît raisonnable" (traduction libre).[18]

En combinant les données sur les teneurs de l'eau potable en argent et sur celles dans l'air ambiant mentionnées ci-dessus avec les évaluations de l'apport alimentaire, on conclut que l'eau potable ne contribue normalement que de façon négligeable àl'apport quotidien total de cet élément chez un individu, sauf pour les personnes qui obtiennent leur eau potable d'installations de traitement de l'eau qui utilisent l'argent comme agent antimicrobien.

Techniques de traitement des eaux[19]

Grâce aux techniques habituelles de coagulation et de déminéralisation à la chaux, on élimine facilement l'argent de l'eau. Certaines analyses ont montré que la coagulation à l'alun et au sulfate ferrique permet d'en réduire la teneur de 80 pour cent quand le pH se situe entre 6 et 8. Après ce niveau, le taux d'élimination par l'alun diminue au fur et àmesure que le pH augmente, à cause de la formation réduite de flocs d'alun dans un milieu alcalin. La déminéralisation à la chaux précipite de 75 à 90 pour cent de l'argent quand le pH se situe entre 9 et 11,5.

Effets sur la santé

Besoins essentiels

L'argent constitue un élément non essentiel. Normalement, il n'existe dans les tissus des animaux et des humains qu'à l'état de traces (pour des exemples, voir le tableau II-14 du renvoi 1). Cependant, il s'accumule lentement dans le corps au cours de la vie.[20]

Absorption et excrétion

On n'a recueilli que peu de données sur l'absorption, la répartition et le devenir de l'argent ingéré par les mammifères. Toutefois, celles qui existent montrent que presque tout l'argent ingéré est rapidement excrété et que très peu est absorbé.

Dequidt et coll. ont montré que les rats ingérant de l'argent colloïdal pendant une période de 12 jours absorbaient presque 5 pour cent de toute la dose.[21] Lors d'une expérience où ils avaient administré, par voie orale, du nitrate d'argent marqué avec un traceur à des beagles, Furchner et coll. ont supposé que 10 pour cent de la dose administrée était absorbé puisque 90 pour cent avait été très rapidement excrété.[22] Au cours de quelques expériences antérieures, Scott et Hamilton avaient administré à des rats, par une sonde stomacale, de l'argent marqué sans excipient; ils en ont conclu que seulement 0,1 pour cent de la dose unique était absorbé puisque, 4 jours après l'administration de cet élément, 99,0 et 0,18 pour cent de la dose originale avait été excrété respectivement dans les fèces et les urines.[23] Cependant, Furchner et coll. ont déclaré que les résultats obtenus par Scott et Hamilton indiquent une absorption d'environ 4 pour cent par l'appareil gastro-intestinal.[22]

Lors d'une expérience d'une durée de 28 jours, on a analysé la teneur en argent d'échantillons en double de toute la nourriture ingérée chaque jour par un "adulte américain normal" ainsi que celle d'échantillons de ses fèces et de ses urines, prélevés toutes les 24 heures.[5] On a constaté que l'apport quotidien d'argent dans son alimentation était de 0,088 mg (avec un écart-type de ± 0,077 mg et une erreur probable de ± 0,01 mg) et que l'excrétion quotidienne de cet élément dans les fèces était de 0,058 mg (écart-type: ± 0,035 mg; erreur probable: ± 0,005 mg). On n'a pas détecté d'argent dans les urines de ce sujet. Bien que ces données montrent qu'une certaine quantité d'argent contenu dans l'alimentation est absorbée par l'homme (tout du moins par un "adulte américain normal"), les écarts-types des données ne permettent pas une mesure quantitative précise de la proportion absorbée. Au cours d'une autre étude semblable, on a analysé, pendant 30 jours, la nourriture et les excrétions (fèces et urines) d'un couple marié.[15] L'apport quotidien d'argent dans l'alimentation atteignait 0,035 mg pour l'homme et 0,040 mg pour la femme. L'homme excrétait en moyenne une quantité d'argent supérieure de 50 pour cent à celle qu'il ingérait (on n'a donné aucune explication pour cette anomalie), alors que la femme conservait, en moyenne, 16 pour cent de l'argent ingéré.

Devant ces données contradictoires, l'OMS a présumé qu'approximativement 10 pour cent de l'argent ingéré était absorbé.[18] Il est probable que la proportion absorbée du métal présent dans l'alimentation varie beaucoup d'un sujet à l'autre et même selon la ration alimentaire. Les principaux organes où l'argent migre sont le foie, la peau, les surrénales, les poumons, les muscles, le pancréas, les reins, le coeur et la rate.[6]

Effets toxiques

De très fortes doses d'argent et de composés d'origine pharmaceutique ont provoqué de graves intoxications aiguës dont certaines ont entraîné mort d'homme.[20] Mais on n'a observé aucun effet nocif pour la santé à la suite de la consommation d'aliments contenant une teneur normale de ce métal.

Toutes les données sur la toxicité chronique des composés de l'argent pour l'homme ont été recueillies à la suite de leur utilisation comme agents thérapeutiques. Dans certains cas, l'administration prolongée ou inconsidérée de composés de l'argent peut provoquer son accumulation dans les tissus, surtout dans la peau et les muqueuses. L'accumulation subcutanée de fortes teneurs donne à la peau une pigmentation bleuâtre caractéristique de l'argyrie.[20] Le pigment est constitué de sulfure d'argent et d'argent métallique produit par la réduction photolytique du sulfure.[24] L'analyse de plus de 200 cas d'argyrie a montré que l'apparition de cette coloration se produit après une longue période de latence; aucun cas n'a été provoqué par une hypersensibilité à l'argent.[20] On a remarqué que certaines personnes étaient plus ou moins sensibles à l'argyrie, mais on en ignore les causes. La quantité d'argent provoquant cette coloration de la peau chez l'homme n'est pas connue avec précision, mais Hill et Pillsbury l'ont provoquée par l'injection de 1 000 mg d'argent, sous forme d'arsphénamine-argent.[20]

Par contre, on a effectué un très grand nombre d'expériences sur des animaux de laboratoire, afin d'étudier les effets des composés de l'argent contenus dans de l'eau potable. La U.S. Environmental Protection Agency a récemment analysé et décrit ces expériences, et a conclu que des concentrations d'ions d'argent inférieures à 0,2 mg/L dans l'eau potable n'avaient aucun effet nocif sur les animaux de laboratoire lorsqu'elles étaient données de façon continue pendant 11 mois au maximum.[6] Des effets nocifs apparaissent à la dose de 0,4 mg/L; à partir de 0,5 mg/L, il se produit un ralentissement des réflexes conditionnés et une diminution des réactions immunitaires.

On n'a signalé nulle part que l'ingestion d'argent ou de composés d'argent aurait eu des effets cancérogènes, mutagènes ou tératogènes.

Conclusions

1. L'ingestion de quantités excessives d'argent peut causer l'argyrie, un état caractérisé par une coloration bleue ou grise de la peau, des yeux et des muqueuses. On note que la prédisposition individuelle à l'argyrie est extrêmement variable; de plus, on ne connaît pas la dose exacte qui cause cet effet. L'argyrie a été provoquée par l'injection, en une seule dose, de 1 000 mg d'argent (à l'état d'arsphénamine-argent), quantité 10 fois plus

petite que la dose d'argent (à l'état de nitrate) qui entraîne la mort.

2. Les aliments constituent la principale source d'argent pour les personnes qui n'y sont pas exposées dans leur travail. Dans les eaux potables brutes ou traitées, au Canada comme aux États-Unis, on n'a pas observé de concentrations d'argent supérieures à0,005 mg/L; les plus fortes concentrations signalées dans la plupart des eaux potables sont 50 fois plus faibles. Par conséquent, l'eau potable contribue de façon négligeable à l'apport d'argent chez l'individu, sauf si cet élément est utilisé comme agent antimicrobien dans les installations de traitement de l'eau. De plus, la dose quotidienne d'argent ingérée avec les aliments et l'eau est bien inférieure au taux de concentration qui pourrait produire des effets nocifs.

3. On n'a donc pas fixé de concentration maximale acceptable de l'argent dans l'eau potable.

Références bibliographiques

1. Smith, I.C. et Carson, B.L. Trace metals in the environment. Vol. 2. Silver. Ann Arbor Science Publ., Ann Arbor, MI (1977).

2. Boyle, R.W. Geochemistry of silver and its deposits with notes on geochemical prospecting for the element. Bull. Comm. Géol. Can. 160 (1968), cité au renvoi 1.

3. Law-West, D. Silver. Dans: Canadian minerals yearbook 1983–1984: review and outlook. N° de catalogue M38-5/33E, Direction des ressources minérales, Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa (1985).

4. Present, E.W. et Tupper, W.M. Trace elements in some N.B. soils. Can. J. Soil Sci., 45: 305 (1965).

5. Kehoe, R.A., Cholak, J. et Story, R.V. Manganese, lead, tin, aluminum, copper, and silver in normal biological material. J. Nutr., 20: 85 (1940).

6. U.S. Environmental Protection Agency. Ambient water quality criteria: silver. NTIS Document No. PB81-117882, Environmental Criteria and Assessment Office, octobre (1980).

7. Whitlow, S.I. et Rice, D.L. Silver complexation in river waters of central New York. Water Res., 19: 619 (1985).

8. Base de données nationales sur la qualité des eaux (NAQUADAT). Direction de la qualité des eaux, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa (1985).

9. Merritt, W.F. Variation in trace element concentrations along the length of the Ottawa River. Can. J. Earth Sci., 12: 850 (1975).

10. Kopp, J.F. The occurrence of trace elements in water. Dans: Proc. 3rd Annu. Conf. on Trace Elements in Environmental Health. p. 59 (1969).

11. Neri, L.C. et coll. Health aspects of hard and soft waters. J. Am. Water Works Assoc., 67: 403 (1975), cité au renvoi 6.

12. Craun, G.F. et McCabe, L.L. Problems associated with metals in drinking water. J. Am. Water Works Assoc., 67: 593 (1975).

13. Smith, D.K., Thomas, G.H., Christison, J. et Chatfield, E. Survey and test protocols for point-of-use water purifiers. Publ. 77-EHD-8, Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social, Ottawa (1977).

14. Gibson, R.S. et Scythes, C.A. Chromium, selenium, and other trace element intake of a selected sample of Canadian premenopausal women. Biol. Trace Elem. Res., 6: 105 (1984).

15. Tipton, I.H. et coll. Trace elements in diets and excreta. Health Phys., 12: 1683 (1966), cité aux renvois 1, 6.

16. Hamilton, E.I. et coll. The concentrations and distribution of some stable elements in healthy tissues from the United Kingdom: an environmental study. Sci. Total Environ., 1: 341 (1972/73), cité au renvoi 6.

17. Clemente, G.F. et coll. Trace element intake and excretion in the Italian population. J. Radioanal. Chem., 37: 549 (1977), cité au renvoi 6.

18. Organisation mondiale de la santé. Guidelines for drinking-water quality. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Ch. 15. Genève (1984).

19. U.S. Environmental Protection Agency. Manual of treatment techniques for meeting the interim primary drinking water regulations. Report No. EPA-600/8-77-005, Cincinnati, OH, mai. p. 32 (1977).

20. Hill, W.B. et Pillsbury, D.M. Argyria: the pharmacology of silver. Williams and Wilkins, Baltimore, MD (1939), cité aux renvois 1, 6, 18.

21. Dequidt, M. et coll. Étude toxicologique expérimentale de quelques dérivés argentiques. I. Localisation et élimination. Bull. Soc. Pharm. Lille, 1: 23 (1974), cité au renvoi 6.

22. Furchner, J.E. et coll. Effective retention of silver-110 by dogs after oral administration. Dans: Annual reports of the Biological and Medical Research Group (H-4) of the Health Division. Report No. LA-3610-MS, Los Alamos Science Laboratories, Berkeley, CA. p. 191 (1966), cité au renvoi 6.

23. Scott, K.G. et Hamilton, J.G. The metabolism of silver in the rat with radiosilver used as indicator. Univ. Calif. Publ. Pharmacol., 2: 241 (1950). (Chem. Abstr., 45: 30751 [1950].)

24. Goodman, L.S. et Gilman, A. The pharmacological basis of therapeutics. 5e édition. MacMillan Publ. Co., New York, NY (1975).